

A LÉGKÖRI IONIZÁCIÓ SZEREPE AZ ALGATÖMEGPRODUKCIÓK KIALAKULÁSÁBAN*

KISS ISTVÁN

I. Bevezetés

A növények életfolyamataiban a légköri ionizáció vagy *aeroionizáció* hatását a kutatások eddig viszonylag kevésbé vették figyelembe. Pedig ma már bizonyos, hogy az atmoszféra ionizációs, elektromos állapota nemcsak az állatokra és az emberre hat, hanem a növényekre is. Ezért vettük fel a légköri ionizációs környezet szerepét az egyetemi és tanárképző főiskolai növénytan tankönyv növényélettani részébe [26]. E problémakör tankönyvi ismertetése azonban a sok mondanivaló között csak rövid lehetett, ezért célszerűnek látom azt teljesebb szinten kiegészíteni, s röviden bemutatni azt az utat is, amelynek megtételével az algák körében idáig eljutottam.

Több mint ötven évvel ezelőtt, 1930. aug. 3-án hívta fel figyelmemet édesapám Pusztaföldvár északi határában két gödör zöldülő vizére, s említette, hogy a régiék az ilyen jelenségekre gyakran mondogatták: „Zöldül a víz, eső lesz”. E régi magyar időjárási regulából kiindulva állapíthattam meg, hogy a vizek és talajok alगतөmeg-produkciói, a vízvirágzások és talajvirágzások az időjárás ciklonális-depressziós helyzeteihez kapcsolódnak, s szinte előre jelzik az időjárás korai megváltozását, többnyire esőre fordulását. E jelenségeket ezért az időjárási változást előre megérző képesség, az ún. *időérzékenység* vagy *meteoropátia* fogalomkörébe soroltam.

A meteoropátia eredetileg orvosmeteorológiai fogalom. Eleinte ugyanis tudományosan csak az emberre vonatkozólag kutatták azokat a többnyire kellemetlen tüneteket, amelyek főként az idegéletben jelentkezve az időjárás megváltozását rendszerint megelőzik. Közismert, hogy időváltozás előtt az embernél fáradtság, lehangoltság, álmoság vagy éjjel álmatlanság jelentkezik, előjönnek a reumás fájdalmak, sebhegek érzékennyé válnak, a kóros tünetek súlyosbodnak, a halálesetek, s statisztikailag az öngyilkosságok is gyakoribbakká válnak, ahogy mondani szokás: „halmozódnak”.

A légköri változásokra az állatok és a növények is érzékenyek, sőt sok olyan szervezet található közöttük, amelyek az időváltozást megbízhatóbban jelzik mint az ember szervezete, a hatásos légköri tényezőknek jobb detektorai, mint az ember. Időváltozás előtt a legyek kellemetlenebbek, a jószág is „legyesebb”, baromfiak porban fürdenek vagy korán nyugovóra térnek, a fecskék alacsonyabban repkednek, az állóvizek zöldülnek, a kalaposgombák is gyorsabban növekednek, s emiatt esőzések nyomában tömegesebben gyűjthetők. A meteoropátia a baktériumoknál is megtalálható. *Az időérzékenység minden életjelenségre kiterjedhet, mert a kiváltó*

* Ismertette a szerző a Magyar Biológiai Társaság Botanikai Szakosztályában Budapesten 1984. november 5-én, a XXVI. Hidrobiológus Napokon Budapesten 1984. november 15-én és a XV. Tiszakutató Ankéton Szegeden 1984. november 29-én.

léggöri tényezők a legalapvetőbb életfolyamatot, az anyag- és energiacsere befolyásolják leginkább.

Az algák időjelző képessége rám döbbenetesen hatott, s eleinte kételyeim is támadtak. Az irodalmi támaszték, a tudományos szaktekintély védelmének hiánya és az esetleges elmarasztalás lehetősége együttesen okozták, hogy első észleléseimtől 12 évnek kellett eltelnie, míg 1942-ben — szerkesztői kérésre — a jelenség közlésére szántam magam [11]. Kutatásaim hazánkban és külföldön egyaránt érdeklődést váltottak ki. Soó REZSŐ professzor az akadémiai kutatások országos szervezésekor engem is meglátogatott Szegeden, s megállapította, hogy ily irányú kutatásaim „... világviszonylatban is újak”. Tanácsolta, hogy eredményeimet akadémiai közlésre foglaljam össze. Így első részletes közlésem a Magyar Tudományos Akadémia Biológiai és Agrártudományi Osztályának Közleményeiben 1951-ben jelent meg [12]. E munkámat jelentősen ki kellett bővítenem, mert 1952-ben az Acta Biologica Academiae Scientiarum Hungaricae III. kötetében orosz nyelven is megjelentették [13]. Az Akadémián megállapították, hogy munkám „...nemzetközi viszonylatban is újszerű és további ilyen irányú kutatásokhoz alapvetőnek minősül”. GORJUNOVA és OSZNICKAJA szovjet professzorok 1960. februárjában szintén meglátogattak, s erről tájékoztatóm alapján ők is beszámoltak a Szovjetunió Tudományos Akadémiája Mikrobiologija c. folyóiratában [7]. A Die Binnengewässer XXIV. kötetében megjelenő könyvében KOL 1968-ban [29] egy terjedelmes meteorobiológiai grafikonom melléklésével szintén ismertetést adott eredményeimről. Kutatásaim állásáról a KGST-országok Algakutató Konferenciáján 1969-ben — a Konferencia elnökének kérésére — ugyancsak részletes ismertetést adtam [25]. E tárgykörből különböző folyóiratokban még számos közleményem jelent meg.

Már kezdetben láttam, hogy kutatómunkám integrálás is lesz a meteorológiával. *Az időjárási helyzetekben ugyanis keresni kell a léggöri hatótényezőt, a biotrop faktort, majd fel kell tárni az algák reagálásának biológiai és biokémiai mechanizmusát.* Ezért a továbbiakban keressük az atmoszférikus hatótényezőt, néhány jellegzetes alga-tömegprodukción meteorobiológiai elemzésével rámutatunk a legfontosabb időjárási helyzetekre, ezekben elemezzük az aeroionizáció szerepét az algák és általában a növények életében, majd az algák hasznosításának perspektíváiról szólnunk.

II. Atmoszférikus hatótényező keresése

Az időérzékenységre vonatkozó egzakt vizsgálatok eleinte az egyes időjárási elemeknek tulajdonítottak nagy jelentőséget. Az alga-tömegprodukción megjelenését is elsősorban a kedvező hőmérsékletre és fényviszonyokra vezették vissza. Ismeretessé váltak azonban a légtetek és az időjárási frontok, tisztázták a ciklon szerkezetét, s ezek által az időjárás előrejelzése, a prognosztika vált lehetővé. Így alakult ki a frontérzékenységről szóló biológiai elmélet, amely szerint az időérzékenység tulajdonképpen *frontérzékenység*. A szervezet a front közeledését vagy jelenlétét érzi meg, a légtetek kicserélődésére reagál. *A fronthatás komplex hatás, vagyis a front átvonulása alkalmával kicserélődő levegőtömegeknek nem egy vagy két tényezője hat az időérzőre, hanem az összes időjárási elemek együttesen és egyidőben váltják ki a meteoropátia tüneteit.*

A légtetek vagy légtömegek horizontális kiterjedése nagy, több száz vagy több ezer kilométer. s felfelé benyúlhatnak a sztratoszférába is. Nálunk leggyakoribb légtetek a sarkvidéki (AM), a mérsékeltövi tengeri (mPM), a mérsékeltövi szárazföldi (cPM) és a szubtrópusi légtömegek (TM), vagy légtetek. Egy légteten belül a fizikai sajátosságok kb. azonosak, így bennük az időjárás is kb. azonos.

Különböző sebességgel mozoghatnak, de a szomszédos légtestek levegője nem, vagy csak kis mértékben keveredik. Ezért a légtestek eléggé éles határfelületekkel, az ún. *frontfelületekkel* határolódnak el egymástól. Ezek által sikerült tisztázni a *ciklon* szerkezetét. A ciklon két levegőkomponens mozgásából tevődik össze. A ciklon földfelszínén levő mellső oldalán a meleg légtömeg-komponens vagy melegszektor előlő része felsiklik a hidegebb levegő lapos lejtőjén, ezért a melegszektor földfelszíni határvonalát melegfrontnak vagy helyesebben *felsikló front*nak nevezzük. A felsikló front közeledését, amikor még több száz kilométerre lehet tőlünk, a 8–10 km magasban képződött ún. cirrusz felhők jelzik. Ezeket a lepel felhők, majd a réteges felhők követik. Ekkor megered az eső, amely a felsikló front áthaladásakor megszűnik. Ezután a melegszektor mögötti hideg levegő betör a meleg levegő alá, s azt a magasba emeli. A ciklon hátsó részén levő határfelület földfelszíni vonala a hideg, vagy helyesebben a *betörési front*. Ha igen erős, akkor *zivatarfront* vagy böe-front a neve. A melegfrontok és hidegfrontok a leggyakoribbak. Ritkább a veszteglő-ingázó vagy *stacionárius*, valamint a záródott vagy *okklúziós front*. A légtömegek néha a magasban ütköznek össze, s így jön létre a *magaslatti frontátvonulás*. A kóros tünetek néha nem frontokkal, hanem a légtömegekkel párhuzamosan jelentkeznek.

A ciklon előtti térségben, a felsikló front átvonulása előtt az ún. *praefrontális hatások* mutatkoznak, amelyek a felsikló front átvonulását néha jelentős időkülönbséggel, esetleg néhány nappal is megelőzhetik. A betörési fronttal az ún. *postfrontális hatások* lépnek fel. E kétféle hatást nem lehet minden esetben egymástól élesen elválasztani, sőt a praefrontális jellegű időszakok olykor betörési frontok előtt is kialakulhatnak. *Nem mindig a legerősebben fejlett front a leghatásosabb. Az egymás után következő gyengébb betörési frontok hatásai összegeződhetnek, s ezek összhatása felülmúlhatja egy erősen fejlett betörési front élettani hatását. Talán itt az ingermeny-nyiség törvénye is érvényre jut.* A szárazföldi hideg légtömegek KÉRDŐ vizsgálatai szerint nagymértékben elősegíthetik az asztmás rohamokat, TAKÁCS pedig ilyen légtömegekre vonatkoztatva a csecsemők görcsrohamait írta le. A frontokhoz hasonló hatásúak még a föhn, a szabad föhn és a szirokkó.

A *föhn* hegyvidéken gyakori, s lényegében a légköri cirkulációnak a domborzati viszonyok következtében módosult szakasza. Az áramló légtömeg valamely hegyoldalon felsiklik (ún. luv oldal), párja kicsapódik, a levegő szárazabbá válik. A hegygerincen túl a levegő lesiklik (lee oldal), s tetemes hőnyeresége révén feltűnően száraz, meleg és derült időjárást okoz. *Élettanilag a föhn legfontosabb jellemvonása, hogy levegőjében uralomra jutnak a pozitív légköri ionok.* Az ember esetében a föhn hatása csökkent munkaképességben, fejfájásban, szédülésben nyilvánul, s ilyenkor az élvezeti szerek (nikotin, koffein) hatása is erősebb. A balesetek föhn idején gyakoribbak. Föhn-járások területeken (Alpok) a joggyakorlat az emberi cselekvés megítélésénél az ilyen időjárási helyzeteket is figyelembe vette. A föhn-hatás zárt helyiségekben is mutatkozik. A föhn-panaszok enyhülnek, ha a testfelületet nedves ruhával letörlik, vagy a helyiség levegőjét víz permetezésével „átmossák”. STRASSBURGER a tengerimalac vízháztartását vizsgálva észlelte, hogy a föhn kitérése előtt retenció jelentkezik, s a vizelet sótét és savanyú kémhatású. A föhn elmúltával a vizeletkiválasztás nagymértékű, s az világos színű és alkálikus kémhatású. Mindez a föhn előtt már 10–12 órával korábban jelentkezett, vagyis a föhn hatása ez esetben is praefrontális jellegűnek mutatkozott.

A *szabad föhn* vagy lesiklófelület (röviden: lesiklás) anticiklonális helyzetű területek peremén alakul ki, s napfényes, derült időjárást okoz. Síkvidéken gyakori, ezért síkvidéki föhn-nek, vagy időjárási helyzete alapján anticiklonális föhn-nek is nevezik. Élettanilag is a hegyvidéki föhn hatásához hasonlít. A *szirokkó* praefrontális délies légáramlás, amely meleg és nagy páratartalmú szubtrópusi légtömegeket szállít hozzánk. Főként tavasszal és ősszel gyakori, a ciklonok előoldalán alakul ki, s hasonlít a felsikló front előtti praefrontális időjáráshoz. Hatása ugyancsak praefrontális jellegű frontpanaszokban nyilvánul.

Az 55 esztendő alatt ezernél több algatömegprodukciónál találtam, s ezek túlnyomó többségének alkotó szervezeteit is pontosan meg tudtam állapítani. Közülük 221-nek a kezdetét is megfigyelhettem, s ezek alkalmasak voltak meteorobiológiai kielemezésre is. Felsikló front előtt, tehát a szorosabb értelemben vett praefrontális időszakban jelent meg 146, szabad föhn idején 31, szirokkó alkalmával 20, betörési front előtti időszakban 15, szubtrópusi légtömegek felsiklásos beáramlásakor 8, hidegfrontnak melegfronttá alakulása alkalmával 1 tömegprodukciónál.

A frontérzékenységre vonatkozó kutatások kezdeti időszakában a praefrontális időszak hatásait igyekeztek mereven elválasztani a postfrontális időszak hatásaitól. Az algatömegprodukciók előbbi felsorolásából kitűnik, hogy azok korántsem minden esetben felsikló frontok előtt, azaz szorosabb értelemben vett praefrontális időszakban jelentek meg, vagyis voltak nem praefrontális jellegű algatömegprodukciók is. Így jogosan állapíthattam meg 1964-ben a következőket [24]: „Az így kiépített frontelméletbe a tömegprodukciók megfigyelése során szerzett tapasztalataimat már kezdetben sem igen tudtam egybehangzóan beilleszteni. Kényelmetlen ellentmondásnak mutatkozott pl. 1936-ban az az észlelésem, hogy az *Eudorina elegans* és az *Euglena viridis* tömegprodukcióinak kialakulásakor betörési frontok is szerepeltek. Mégis ennek az ellentmondásnak a figyelembe vétele vitt közelebb a valósághoz. Már akkor fel kellett tételeznem, hogy a betörési front előtti térben is lennie kell olyan folyamatnak, amely olykor praefrontális módon hathat. Ilyen folyamatként tételeztem fel a betörési front előtti tér leszálló légáramlását. E feltételezésben segített KESTNER [9, 10] elméletének megismerése, amely az ember időérzékenységének magyarázatát a zivatarfront (Böe) előtti tér leszálló légáramlására alapozta”.

A fronthatásban számos tényező szerepel, de ezek élettanilag nem egyenlő értékűek a meteoropátia kiváltásában. A frontátvonulások pontos megállapítása mégis fontos, mivel csakis általuk határozhatjuk meg térben és időben azokat a légköri történéseket, amelyek között a legfontosabb hatótényezőt vagy tényezőket keresnünk kell. Már kezdetben tapasztaltam, hogy különösen a leszálló légáramlások időszakaiban jelentkeztek halmazódottan az algák tömegprodukciói. Típusosan leszálló légáramlás következménye a főhn és a szabad főhn, s irodalmi adatokból és saját tapasztalataimból kiindulva kísérletileg is kezdtem keresni az algákra nézve legfontosabb légköri hatótényezőket. KESTNER [10] a főhn szél leszálló légáramlásában nitrogén-oxidokat: dinitrogén-oxidot (N_2O) és nitrogén-oxidot (NO) mutatott ki. A főhn esetében pedig régóta ismert volt, hogy levegőjében túlsúlyban vannak a pozitív légköri ionok. Kísérleteimet részben dinitrogén-oxiddal, részben ionizált levegővel végeztem. Rövid ismertetésük a következő:

1. Kísérletek dinitrogén-oxid tartalmú tápoldatokkal

Az 1942-ik év elején még csak a feltételezésnél tartottam [11]: „Ha a nitrogén-oxidokat (N_2O , NO) a praefrontális időszak leszálló légáramlásában kimutatnák, akkor feltételezhetnénk, hogy ezek a gázok — különösen az N_2O , mint vízben elég jól oldódó vegyület — az alsóbbrendű növényi szervezetek vegetatív és reprodukív tevékenységeire és ingerphysiológiai viszonyaira esetleg hatást gyakorolnak.” Viszont az év végén, de különösen 1943-ban már határozottan észleltem a dinitrogén-oxid kedvező hatását.

Az ammóniumnitrát (NH_4NO_3) óvatos hevítésével előállított gázt vízben elnyelve adagoltam algás vízmintákhoz és különféle tápoldatos tenyészetekhez. A kedvező hatás különösen a kevés fitoplanktonot tartalmazó vízben gyakran feltűnő volt: a szaporodó sejtek a Petri-csészék falán enyhén zöld lerakódás formájában is mutatkoztak. Gyakori volt, hogy a *Chlamydomonas pertusa* flagellumait eldobta és protococcoid formákban ülepedett ki a tenyésztő edény falára. A már vegetációs színeződést mutató, kezdődő tömegprodukció a dinitrogén-oxidos oldat adagolására még erőteljesebben szaporodott. A különböző tápoldatokban is mutatkozott kedvező hatás. Az optimális adagolás olykor sötétzöld színeződést váltott ki, a túlada-golás viszont fakulást és pusztulást okozott. A dinitrogén-oxid ingerfiziológiai hatását nem észleltem, az ilyen tenyészetekben a sejtek mozdulatlanok maradtak.

A nitrogén-oxidok növényi táplálékként való értékesülését már 1962-ben tankönyvben is szerepeltettem [23]: „Elektromos kisülések alkalmával nitrogén-oxidok, illetve salétromok keletkeznek, s ezek a talajba mosódnak; azonban ezek mennyisége viszonylag jelentéktelen.” PÉCZELY [34] e téren 1979-ben már nem ennyire pesszimista: „Ha számításba vesszük a Földön lezajló zivatarok és villámlások átlagos számát (becslések szerint évi 16 millió zivatargóc keletkezik légkörünkben és másodpercenként átlagosan 100 villámcsapás éri a Földet), évi összegben 10^{10} kg-ra becsülhetjük a zivatarok által létrehozott nitrogén-oxid mennyiségét.”

A légkörből származó oxidált nitrogén az algáknak és általában az ún. autotróf táplálkozású növényeknek ásványi nitrogénforrásként szerepelhet. Ez a nitrogénforrás bizonyosan jön zivatarokkal, esőzésekkel, de tartalmaz nitrogén-oxidokat a prae-frontális időszak levegője is. Az ilyen levegőből szabad vízfelületekbe is oldódhatnak nitrogén-oxidok. Részben ezzel magyarázható az a jelenség, hogy pl. a Haematococcus pluvialis kőmedres, viszonylag tiszta vizekben tömegtermelődést produkciókat létrehozhat. Érdekes itt két ilyen Haematococcus-tömegtermelődésről röviden megemlékezni.

Egy korábbi *Haematococcus* termelődést Pápán észleltem 1943 májusában. Éjszaka sebes záporosó jött, s a háztetőről levezető csatornán át a felfogó edénybe gyűlemelő víz felületén világoszöld bioeseto.-színeződés jelentkezett. E mikrovegetációs színeződést kizárólag a *Haematococcus pluvialis* hozta létre. Másnapra a tömegtermelődés vörös árnyalatúvá vált, majd harmadnapra a hámatochrom fokozódó képződése révén sötétvörös színeződést öltött. E tömegtermelődés viszonylag hirtelen, csupán néhány óra alatt jelentkezett.

A *Haematococcus pluvialis* másik vízvirágzását a Kaukázus hegységben, a Grúz Szocialista Szovjetköztársaság területén hadifogságom idején észleltem. A Khram folyó felsőszakasz jellegű árterületén egy kőtörmelékvesztőben 1946. április 21-én a sekély víz felületén zöldessárga neuston-színeződést találtam. Kialakulása 1—2 nappal korábban kezdődhetett, a hámatochrom képződése a sejtekben már megindult. Az észlelés napján eső esett, s előtte való napon is esőnyom jelentkezett. Ezt megelőzően két nappal másik két vízvirágzás kialakulását is észleltem, s néhány barátomnak említettem, hogy hamarosan eső következhet. Helyben az esős, távolabb pedig a zivataros időjárás be is következett. *A kis népi regula ez esetben is bevált...*

Mindenesetre a „*pluvialis*” species név nagyon találó, mert ez a latin szó *esőt, eső után nőtt, eső hozót* jelent. Talán a szervezet auctora: FLOTOW és WILLE is észlelték, hogy a *Haematococcus pluvialis* tömeges megjelenése esős időjáráshoz kapcsolódik. E szervezet záporosóra való érzékenységet egyébként HUBER—PESTALOZZI [8] következő megjegyzése is hangsúlyozza: „Nach intensiver Benetzung (Regengüssen usw.) gehen die Ruhestadien rasch wieder in bewegliche Formen über.”.

2. Kísérletek ionizált levegővel

Kezdeti kísérleteimet 1964-ben így foglaltam össze [24]: „... a harmincas évek végétől több ízben is végeztem kísérleteket néhány egysejtű zöldalga szaporításával kapcsolatban. Az UV-sugárzás iránt az algák igen érzékenyeknek mutatkoztak. Az *Ankistrodesmus Braunii* esetében Knop-ágár táptalajon már a félperces közvetlen sugárzás is károsítóan hatott, 2—3 percnél hosszabb idejű sugárzás pedig sok sejtet elpusztított. A csupán néhány másodperces sugárzási időtartamoknál károsodást nem lehetett észlelni. A kb. 2 másodpercig tartó sugárzás egy-két ízbeni, kb. fél órás időközökben történő megismétlése pedig az ágár lemezeken tartott tenyészeteknél gyakran pozitív hatást váltott ki. A sejtek többszörös harántosztódását, illetve ferde irányú, de többszörös osztódást rendszerint az ilyen tenyészeteknél észleltem. Az ilyen rövid időtartamokban alkalmazott sugárzásra egy-két esetben akkor is mutatkozott jelentősebb mértékű harántos osztódás, ha a zárt térben (tenyésztő szekrényben) elhelyezett nyitott Petri csészéket a direkt UV-sugárzástól üveglapokkal

elfedték. Ha itt a sugárzásnak szerepelt valamilyen hatása, az csakis a levegő ionizálódásán keresztül következhetett be. Az ilyen kísérletek hosszabb időtartamú sugárzással való végzését meggátolta a jelentős mérvű ózonképződés.”

Ilyen sugárzásos kísérleteket *Euglena*, *Chlamydomonas*, *Scenedesmus* és *Ankistrodesmus* fajokkal az 1960-as évek végén is végeztem. Leernyőzött sugárzás esetén a *Scenedesmus* és *Ankistrodesmus* sejtjei többnyire gyorsabban osztódtak. Az *Euglena* és *Chlamydomonas* sejtek mozgása kissé élénkebb volt, gyorsabb osztódás azonban nem volt tapasztalható. Az 1970-es évek első felében *Euglena* és *Chlamydomonas* fajokat aeroionizátoros kísérletekkel vizsgáltunk. A tenyésztőszekrény ionizált levegőjének néhány perces hatása fokozott sejtosztódást eredményezett. Negatív ion-túlsúly esetén a mozgás élénkebbé vált, a flagellumok csapkodása feltűnően meggyorsult. Az ilyen tenyészetekben azonban a pusztulás is gyakrabban mutatkozott.

III. Néhány algaömegprodukción meteorobiológiai elemzése

Az időérzékenységre jellemző a *halmozódás*, vagyis a tüneteknek valamely területen kb. egyidejű és feltűnően gyakori jelentkezése. Az ilyen halmozódások az algaömegprodukción esetében is igen gyakoriak, s bizonyítják, hogy ezek kialakulásában nemcsak a táplálékviszonyok döntő fontosságúak, hanem a légköri állapotoknak is jelentős szerepük lehet. A következőkben néhány halmozódásos és jellegzetes algaömegprodukción meteorobiológiai elemzésével rámutatunk a legfontosabb időjárási helyzetekre, s ezekre a továbbiakban is hivatkozunk. A halmozódások öt esete a következő:

1. Bioseston-rajzás Orosháza határában

A város nyugati szegélyén levő Kis-Szék nevű szikes terület egyik kis biotopjában 1939. márc. 29-én az *Euglena polymorpha* zöld vízvirágzását találtuk. A begyűjtött vízmintában a szervezetek hamarosan a lezárt üveghenger aljára ülepedtek, azonban néhány nap múlva, 1939. április 3-án reggel ismét a víztérbe kezdtek vándorolni, s azt zöld árnyalatúra színezték. Azonnal a gyűjtőhelyre siettem, s a szikes terület több kis gödrében már zöldült a víz. E területet gát választotta el a terjedelmes tömedertől, de a tó partmellékén is zöldült a víz. E tömegprodukciónkat a következő napokban is figyelemmel kísértem. Már ápr. 3-án is, de különösen 4-én különösen feltűnő volt, hogy foltonként a felszínen buborékok jelentek meg, amelyek sokasodva habos felületű biosestont hoztak létre. E jelenséget a következőképpen jellemeztem [12]: „Az asszimilációs oxigéntermelés a nyálkába záródott sestontömeget habos szerkezetűvé fújja.” Az időjárásra jellemző volt, hogy 1939. ápr. 3-án a szél iránya hirtelen déliesre fordult, s szubtrópusi levegő áramlott be. Ez a légáramlás OZORAI ZOLTÁN szerint felsikló frontot megelőző praefrontális szirokkó volt, s 3-án a déli órákban egy gyenge felsikló front, majd ápr. 4-én éjfél után 2—3 óra között valamivel erősebb felsikló front vonult át Orosháza felett.

2. Algatömegprodukciók igen nagy térben történő halmozódása

Ebben az elemzésben arról számolok be, hogy Csehszlovákiában a Délcsehsországi Lnáre helység határában egy *Characium* species által létrehozott tömegprodukció és Szegeden általam megfigyelt vízvirágzások kb. egyidőben és azonos légköri hatások közepette jelentek meg. Szeged és a Délcsehsországi Lnáre között legalább 600 km a távolság, így a biológiai és a légköri történések egybeesései arra engednek következtetni, hogy az időjárás „vándorlásával” bizonyos életjelenségek is párhuzamosan változnak.

BOHUSLAV FOTT professzor a Lnárei tavon 1952. július 19-én egy nagyméretű neuston-vízvirágzás megjelenését észlelte, amelyet az általa korábban leírt *Characium ancora* hozott létre. A vízvirágzás életében két produkciós időszakot különböztetett meg: a júl. 19-i megjelenést, amikor a 30 hektár nagyságú halastó 1/3-ad részén jelent meg a vízvirágzás, majd a második időszakban, júl. 23-án a tófelület 3/4 részének vízfelületét színezte a tömegprodukció [5].

E csehszlovákiai tömegprodukciós jelenségekkel csaknem egyidőben Szegeden is több vízvirágzás megjelenését észleltük. Július 18-án jelent meg a *Chlamydomonas Reinhardi*, júl. 21-én és 22-én pedig az *Euglena viridis* egy-egy tömegprodukciója. Szeged határában még 9 egyéb vízvirágzást is találtunk, de később, júl. 25–26-án, így ezek pontos megjelenési ideje nem ismeretes. Feltételezhető azonban, hogy ezek is az előbbiekkal kb. egyidőben alakultak ki.

Ebben a több mint 600 km átmérőjű nagy térben a légköri történések a Magyar Meteorológiai Intézet térképes Napijelentései és ÓZORAI ZOLTÁN osztályvezető részletes front- és légtömegelemzései segítségével jól nyomon követhetők. Megállapítható volt, hogy 1952. júl. 16–25-ig két ízben volt jól meghatározható praefrontális időszak, és pedig: júl. 19-én és júl. 22–23-án. Ennek megfelelően „virágoztak” ki a vizek Lnáre és Szeged környékén egyaránt. Júl. 18-án Németországon át felsikló fronttal szubtrópusi tengeri légtömeg (mTM) özönlött a Cseh-medence területére. A felsikló front Prága felett júl. 19-én 4^h-kor vonult át. *Itt nagyon lényeges, hogy a szubtrópusi légtömegek beáramlása előtt szabad föhn alakult ki, amely Prágán júl. 17-én 7^h-kor vonult keresztül. A szabad föhn kissé délebbre stacionáriussá vált, majd hamarosan délebbre tolódott és júl. 18-án már Szeged térségében is uralkodóvá vált.* A második időszakban, júl. 22–23-án nyugat felől ismét szubtrópusi légtömeg áramlott, amelynek felsikló frontja 22-én 16^h körül haladt át Prága felett, s hamarosan hazánkat is elárasztotta. Látható, hogy Lnáre és Szeged térségében a növényi mikroszervezetek életfolyamatai nagyjából azonos ritmusokat mutattak, s szinte „varázsütésre” kb. azonos időpontban feltűnő tömegprodukciókat hoztak létre. Itt egy irányító környezeti tényező szerepelhetett, amely a 600 km-es térséget valósággal átfogta. Ez a tényező kettős: a szabad föhn kialakulása és a szubtrópusi légtömegek beáramlása.

3. A Spirogyra habosodó vízfelületi szövedéke szabad föhn idején

A Tisza szegedi árterületének viszonylag tiszta vizében 1956. június 1-én a *Spirogyra fluviatilis* HILSE sűrű szövedékét találtuk. A begyűjtött élő anyagból a fejlődés és a kopuláció megfigyelésére laboratóriumban különböző tápoldatos kultúrák készültek. Jún. 4-én a kultúrákban és a tiszai vízben tartott kontroll fonalszövedékében

apró buborékok jelentkeztek. E jelenség jún. 5-re fokozódott, s jún. 6-ra a fonalszövedékek helyenként habossá váltak. E jelenségeket jún. 5-én az ártéri gyűjtőhelyen is észlelni lehetett. A gázfelfogás módszerével és az indigó-kékes kísérlettel kimutatható volt, hogy e jelenséget a folyton erősödő fotoszintézis oxigénprodukcója okozza. A nagymérvű fotoszintetikus oxigénprodukcó következménye volt az is, hogy ekkor Szegeden a Külső-Rókusi tóban és a Cserepes-sori tóban a *Cladophora fracta* fonaltömegei a víz felületén vastag, szinte tutajozó algaszőnyeget alkottak. A fokozott oxigénprodukcó az említett kísérletekkel ezekben is kimutatható volt. Szeged környékén és a Duna—Tisza-közén egészen Bajáig jún. 4-től jún. 11-ig összesen 69 tömegprodukcó volt észlelhető [24].

Ennek az időszaknak a légköri történéseit az akkori Magyar Meteorológiai Intézet Központi Előrejelző Osztályán OZORAI ZOLTÁN részletesen kielemezte. Szíveségét ezúton is köszönöm. Az elemzés szerint jún. 2-án és 3-án hűvös tengeri levegő (mKM) áramlott be, s elárasztotta Magyarország egész területét. Szegeden jún. 3-án 19^h-kor zivatar formájában egy mérsékelt front haladt át. Jún. 4-én nagy fordulat következett: Európa keleti részén tengeri légtömegek terjeszkednek, nyugati részére viszont tengeri szubtrópusi (mTM) levegő kerül. Ugyanekkor az Atlanti-óceánról hűvös grönlandi légtömeg áramlik Írország felé. *Ebben a makroszinoptikus helyzetben kerül hazánk déli része és Szeged térsége egy szabad főhő uralma alá. A lesiklás Szeged felett jún. 4-én 8^h-kor haladt át, s nyomában szubtrópusi tengeri meleg légtömegek (mTM) áramlanak be. Jún. 6-án szirokkó jellegű helyzet alakul ki, fokozódó felmelegedéssel és fűlétséggel. Jún. 7-én Szeged térségében és Magyarországon legnagyobb részén még a szubtrópusi levegő van uralmon, amely azonban a magasban nyugat-délnyugati irányból előretörő hűvösebb légtömegek hatására instabilizálódik. Ennek az eredménye volt az a futó zápor, amelyet a Duna—Tisza-közén átutazóban Mórahalom, Kísszállás, Mélykút határában észleltem. Június 8-án az időjárás átalakul: Magyarország felett ciklon alakul ki; az ország nyugati részére tengeri hűvös légtömegek (mKM) áramlanak, keletebbre viszont a szubtrópusi levegő marad uralmon. Szeged térsége jún. 7—8-án még mindig frontmentes. Jún. 9-re viszont a tengeri hűvös levegő teljesen elárasztotta az országot. A ciklon hazánk felett retrográd módon északkelet felé halad, s Szegeden 11^h-kor kevés csapadékot adó erős betörési front haladt át. Jún. 10-én az időjárás még mindig hűvös, mert a hűvös levegő a Földközi-tenger medencéjét is elárasztotta. Jún. 11-re az időjárás ismét erősen átalakul: a délies légáramlás Közép-Európába ismételt szubtrópusi meleg légtömegeket szállít. Szegeden praefrontális felhőzet jelentkezik s a felsikló front éjjel után haladt át a város felett. Összefoglalva: a *Spirogyra* és a *Cladophora* fokozott fotoszintetikus oxigénprodukcója, valamint a fitoplankton tömegprodukcóiinak halmazódásos megjelenése síkvidéki főhő és szirokkó helyzet kialakulási időszakaira, azaz praefrontális jellegű időjárási helyzetekre esett.*

4. Algatömegprodukcók hazai nagy térben történő halmazódása

Az algatömegprodukciónak hazai nagy térben szinte példa nélkül álló halmazódását észleltem 1975 nyarán, amikor a rendkívül esős-zivataros időjárás több mint egy hónapon át tartott. A Duna—Tisza-közén és a Tiszántúl déli részén június elejétől július elejéig 208, július 7—11-ig pedig a Hajdúság és Nyírség főként szikes területein 98 algatömegprodukcót találtam. A vízvirágzásokat *Volvocales* és *Euglena*

fajok, a talajvirágzásokat pedig főként *Cyanophyta* speciesek hozták létre [27]. A nitrogén-oxidok és az aeroionizáció az algák fejlődésére és szaporodására igen kedvezően hatottak.

5. Algatömegprodukciók nagy gyakorisága az Alpári-medencében

A Csongrád városától északra levő Tisza-völgy Bokros községtől Tőserdőig nyúló területét Alpári-medencének nevezzük, mivel középső részét a Tiszaalpár község melletti holtág és környezete mélyfekvésű, a holocén elejéről származó térszín alkotja. E területen épül majd a Tisza-III. Vízlépcső és terjedelmes víztárolója. A Tiszakutató munkálatokban e terület algavilágát 1975 óta tanulmányozom. Itt az 1984 előtti 8 év alatt összesen 25 vízvirágzást és ugyanennyi talajvirágzást észleltem, viszont 1984 májusában 70 talajvirágzást és 10 vízvirágzást vizsgáltam meg. Pedig a vizek és talajok tápanyagtartalma nem növekedett. Ellenben a fatörzsek itt is és más területeken is szokatlanul zöld bevonatúak voltak az algák tömegprodukciójától. E szokatlan jelenség nyomait június végén még a Dunántúlon is észleltem. A tavasz és a koranyár 1984-ben szokatlanul zivataros volt, s ez az okok keresésekor már eleve az időjárásra tereli a figyelmet. A zivataros időjárás gazdagon termelte a nitrogén-oxidokat és igen gyakran jelentősen ionizálta a levegőt.

IV. A légköri ionizáció szerepe az algák és általában a növények életében

Felmerül a kérdés: miként idézi elő az aeroionizáció az időérzékenység jelenségeit az algáknál, általában a növényeknél, illetve az állatoknál és az embernél? Az élővilág fajainak mindegyike a maga természete szerint időérzékeny, ezért a meteoropátia tünetei nagyon eltérők. De ez aligha jelentheti azt, hogy a tünetek biokémiai és biofizikai mechanizmusai alapjaikban is nagyon eltérnének egymástól. Bolygónkon az élet egységes származású; többet lehet mondani az élővilág egyes nagy csoportjait összekapcsoló megegyezésekről, mint azokról az eltérésekről, amelyek azokat egymástól szétválasztják. A légköri ionizáció minden élő plazmában talál „támadási pontot”, talán leginkább az *enzimeknél*, az élet „intézőinél”. Ez lehet az oka annak is, hogy a meteoropátia jelenségei az élővilágban szinte egy időben jelentkeznek. Elsősorban ez irányíthatta a kutatók figyelmét a légköri ionizáció orvosi vagy egyéb biológiai vonatkozású tanulmányozására.

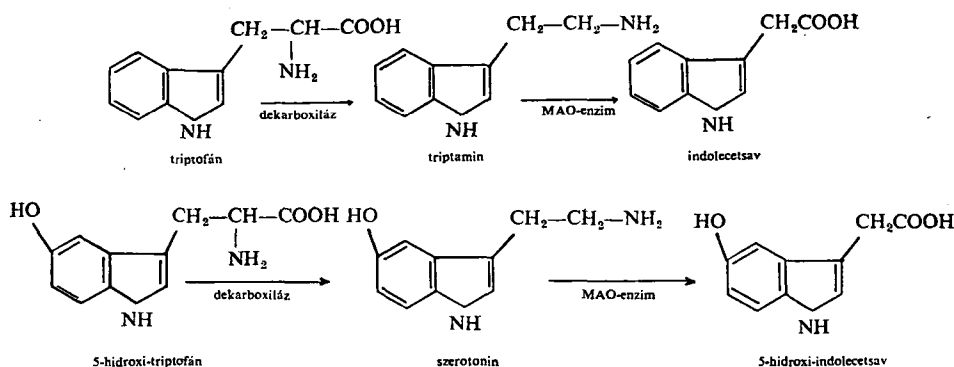
Közismert, hogy elsőként SZOKOLOV hívta fel a figyelmet a klimatikus gyógyhelyek létezésére. *Megállapította, hogy az emberi szervezetre főként azoknak a földrajzi területeknek a klímája kedvező, amelyeknek légkörére a negatív aeroionok túlsúlya jellemző.* Ő a légköri ionizációt már századunk elején gyógytényezőnek tekintette. A légköri ionizáció biológiai hatására vonatkozó kutatások már az 1930-as években megindultak, s e területen különösen CSIZSEVSZKIJ [2, 3], VASZILJEV [40] és KRUEGER [30] értek el úttörően kimagasló eredményeket. CSIZSEVSZKIJ kifejtette, hogy légköri ionokat nem tartalmazó, dezionizált levegő légzésre azért nem megfelelő, mert az oxigénmolekulák negatív villamos töltéssel nincsenek „aktiválódva”. *Az élethez töltéses levegőmolekulák szükségesek, s a légzés, a biológiai oxidáció negatív ionokat kellő mértékben tartalmazó levegőt igényel.* CSIZSEVSZKIJ azok közé az úttörők közé is tartozott, akik aeroion-generátorokat szerkesztettek. VASZILJEV [40] alapvető

megállapítása volt, hogy a légköri ionok a *tüdőn keresztül* fejtik ki hatásukat. Beigazolódtott, hogy ezek egyrészt a tüdőben az idegvégződéseket ingerlik, másrészt a vérpályába kerülve adják át töltéseiket a test sejtjeinek. CSIZSEVSZKIJ mutatta ki, hogy a pozitív aeroionok belélegzése acidózist, a vér pH-értékének csökkenését, s az alkáli tartalék részbeni eltűnését idézi elő. A negatív ionokkal CSIZSEVSZKIJ ellenkező hatást észlelt. Ez a megállapítás összhangban áll STRASSBURGER már említett megállapításával, amely szerint a föhn kitörése előtt a tengerimalac vizelete savanyú kémhatású, a föhn-időjárás elmúltával viszont alkáliskussá válik. A föhn levegőjében a pozitív ionok túlsúlya található, erre a vérben acidózis lép fel, s így a kiválasztott vizeletre is az acidózis jellemző. Meg kell itt jegyeznünk, hogy felsikló frontok hatására a vér szintén savanyú kémhatásúvá válik, betörési frontok hatására viszont alkalózis jelentkezik. A felsikló frontok levegője inkább több pozitív, a betörési frontoké pedig több negatív aeroionot tartalmaz.

A meteoropátia és az atmoszférikus ionizáció közötti összefüggésre vonatkozóan az elsődleges kérdés ez: *miként hat az aeroionizáció az enzimek funkciójára?* E kérdést az élővilágban nagyon gyakori serotonin vagy 5-hidroxi-triptamin (5-HT) esetében elemezzük. Ez ismert a *Lycopersicum esculentum*, *Gossypium hirsutum*, *Panaculus campanulatus* és más növényekből, az ember és az állatok szervezetében sokféle élettani szerepet tölt be, vagyis nagyhatású biogén amin. Hatást gyakorol az idegrendszerre, ezért mint neurohormon is szerepel. A középgagy alsó részében jelentős mennyisége található. Az agy működése meghatározott serotonin-koncentrációt igényel. Ha mennyisége jelentősen csökken, úgy szellemi fáradtság lép fel. Szerepel az idegi impulzusok átadásában, s befolyásolja az alvást és az érzelmi állapotot is. Föhn idején és a felsikló front előtti térben a pozitív aeroionok túlsúlya lép fel, nagyobbodik a serotonin mennyisége, s az időérzékenység tünetei jelentkeznek. A serotonin érszűkítő hatású is. A vérsavó is tőle nyeri érszűkítő hatását: véralvadáskor ugyanis a széteső vérlemezkékből a serotonin felszabadul.

A serotoninra vonatkozó megállapításait KRUEGER [30] „Az ionhatás serotonin-hipotézise” néven foglalta össze. Munkatársaival állatokon végzett kísérletekkel megállapította, hogy a levegő kisméretű pozitív ionjainak túlsúlya esetén a szervezetben nagyobbodik a serotonin mennyisége, a légkör negatív ion-túlsúlya pedig a serotonin szintjét jelentősen csökkenti. E csökkenéssel kapcsolatban észlelte, hogy nagyobbodott az állatok vizeletében az 5-hidroxi-indolecetsav mennyisége, amely a serotonin oxidációs végtermékeként keletkezik. Az pedig már ismert volt, hogy a serotonin bontását az eléggé elterjedt monoamino-oxidáz (MAO) enzim végzi, amely azt oxidatív dezaminálással hidrox-indolecetsavvá alakítja. Kísérleteik alapján KRUEGER feltételezte, hogy a monoamino-oxidáz hatását a negatív légköri ion-túlsúly serkenti, a pozitív légköri ionok túlsúlya pedig gátolja. Ezt hosszadalmas kísérletekkel be is igazolta, ezt mások is megerősítették, ezért a légköri ion-hatás általános mechanizmusának tekintik. Azt, hogy a légkör negatív ionizációs túlsúlya az oxidációs életfolyamatokat segíti elő, KRUEGER két kísérlete is bizonyítja. Az egyik az, hogy a nagy negatív ionkoncentráció hatásának in vitro kitett szövet-homogenizátumokban a borostyánkősav fumársavvá való átalakulása fokozódott, vagyis a kisméretű aeroionok az ún. citrát-ciklusnak vagy SZENTGYÖRGYI—KREBS-féle oxidációs körfolyamatnak egy lépését elősegítik. Másik észlelése arra mutat rá, hogy a citokróm-c redukált formájának negatív aeroionokkal való kezelése meggyorsította annak oxidált formájúvá való átalakulását.

E folyamatok kiindulási vegyülete az élővilágban általánosan elterjedt *triptofán* aminosav, amelyből az indolecetsav növényi hormon származik. Ezt röviden a következő képletek szemléltetik:



Az első képletsor szerint a *triptofán* aminosavból egy dekarboxiláz enzim hatására szén-dioxid távozik, s keletkezik a *triptamin* közti termék, amelyből a monoaminoxidáz (MAO-enzim) révén *indolecetsav*, vagyis az *auxin* növényi hormon képződik. A második képletsor azt mutatja be, hogy hidroxilező enzim által *5-hidroxi-triptofán* jön létre, amelyből dekarboxilálódással *serotonin*, azaz *5-hidroxi-triptamin* keletkezik, amely a MAO-enzim hatására az *auxin* egyik módosulatává, *5-hidroxi-indolecetsav* alakul. Ismert, hogy az embernél a serotonin bioszintézise az agyban megy végbe.

Az indolecetsav a növények életében centrális szerepű és nem fajspecifikus hormon, amely a megnyúlásos növekedésben különösen fontos, de más életfolyamatokban is szerepel. Megtalálható az algáknál is. A klorofillal rendelkező zöld *Euglenophyta* speciesekre kedvezően hat, a szintelen *Flagellatum*okra azonban hatástalan. Az a tény, hogy az *5-hidroxi-triptamin*ből légköri negatív ionizációs hatásra *auxin*, vagy annak hatásos származéka létrejöhet, már eléggé magyarázza az algák tömegtermelési jelenségei és az időjárás ciklonális-depressziós helyzetei, különösen pedig a zivataros időjárási helyzetek közötti összefüggést. Ilyen zivataros időjárási helyzetekként mutattam be az előbbieken az 1975-ik év nyarát, illetve 1984 tavaszát. E zivataros időjárási helyzetekben az algák halmazódásos tömegtermelésének kialakulását egyaránt elősegítették a légkörben villámlásokkal keletkező nitrogén-oxidok csapadékkal való lejutása, valamint az *auxinok* serotoninből történő negatív ionizációs képződése.

CSIZSEVSZKIJ és KRUEGER nyomán bizonyított, hogy a negatív légköri ionizáció a légzésre, a biológiai oxidációra kedvező hatású, s arra is többen rámutattak már, hogy a negatív és a pozitív légköri ionok hatása ellentétes. Ebből következik, hogy a légkör pozitív ionizációja a redukciós folyamatokat serkenti. A zöld növények fotoszintézise is redukciós folyamat, amelyben a felvett szén-dioxid szénhidráttá redukálódik. Azaz: a légkör pozitív ion-túlsúlya a fotoszintézisre kedvezően hat. Tapasztalataim is arra utalnak, hogy a pozitív aeroionokban gazdag légköri állapot a fotoszintézisre kedvező hatású. Az előbbieken láttuk, hogy a *Spirogyra* és a *Cladophora* fokozott fotoszintetikus oxigéntermelése szabad főhn nyomában és szubtrópusi légtömegek beáramlásakor jelentkezett. A szabad főhn pedig arról is nevezetes, hogy levegőjében nagyobb számban található a pozitív aeroionok. Az *Euglena polymorpha* vízvirágzása is praefrontális szirokkós időjáráskor jelentkezett, s a fokozott fotoszintetikus oxigéntermelés a felületi bioseston tömegeit „habossá fújta”.

A több mint 600 km-es „nagy-térben”, Lnára és Szeged térségében halmozódottan jelentkező vízvirázások is a pozitív ionokban gazdag szabad főhn időszakában alakultak ki. E három esetben a tömegprodukciónak létrehozásában a nagymérvű fotoszintézis szerepelt, amelyre a légkör pozitív ionjainak túlsúlya kedvezően hatott.

Előbbiekből látható, hogy az algákra és általában a zöld növényekre mindkét légköri ion-túlsúly előnyös. Az időleges pozitív ion-túlsúly a fotoszintézisnek kedvez, a negatív ion-túlsúly pedig az auxinképzés fokozódásával a növekedési és fejlődési folyamatokat segíti. Ha mindkét ion-féleség egyidőben nagyobb mértékben áll rendelkezésre, úgy a fotoszintézis és a növekedési-fejlődési folyamatok egyidőben fokozódhatnak.

A ciklonális-depressziós, frontátvonulásokban gazdag, esős-zivataros időjárás a növényekre általában jótékony hatású. Régi közmondás: „Májusi eső aranyat ér”. De aranyat érő lehet a kukoricára júliusban és augusztusban is, ha az időjárás aszályos. Ilyenkor csapadék hiányában az öntözés is nagy segítséget jelent. Ha az azonos mennyiségű vizet adó öntözést és a természetes esőt egybevetjük, úgy az előbbiekből alapján a természetes eső bizonyul előnyösebbnek. Az eső vízmennyisége ugyanis nem egymagában jön, hanem részben bizonyos mennyiségű nitrogén-oxidokkal, részben a fokozott pozitív vagy negatív légköri ionizációval. Mindkettő növeli a csapadék áldásos hatását.

V. Az algatömegprodukciónak gyakorlati felhasználásának perspektívái

Természetes felszíni vizeink mindinkább eutrofizálódnak, s termőképességük növekedésével bennük az algák tömegprodukción is mind gyakrabban szinte természeti csapásokként lépnek fel. A károk elkerülésének két útja lehetséges: vagy megszüntetjük vizeink növényi tápanyagtartalmának feldúsulását, vagy a tápanyagokban feldúsult, eutrofizálódott vizet algatermesztéssel újrahasznosítjuk, reutilizáljuk. Az algatermesztés mai ismereteink szerint távlatilag három fő formában lehet hasznót hajtó: 1. Az organikus anyagtermelés nagyipari kialakításával, 2. Űrhajózásban, a bolygóközi térbe való sikeres behatolásban, 3. A sarkvidéki területek algatermesztésének felhasználásával.

1. Nagyipari organikus anyagtermelés algatermesztéssel

Az algákat takarmányfehérje olcsóbb előállítására miatt többfelé kezdik termesztetni, s az algák igen ritkán emberi táplálékként is szerepelnek. Az algák a fényt igen nagy hatásfokkal képesek hasznosítani, ezért élő fényakkumulátoroknak is nevezik őket. A szárazföldi termesztett növények fotoszintézise az elnyelt fény-energiának csupán 1—2%-át köti kémiai energiává, viszont az egysejtű algák fénykihasználó képességét 40—70%-osnak becsülik. A szárazföldi növények ugyanis a légkörben szélsőségesebb környezetben élnek, víz- és tápanyagellátottságuk olykor kezdetektől. Ezzel szemben az egysejtű algák a tápoldatban „fürdenek”, méretük parányi, így testük tömege viszonylag nagy felületen tarthat kapcsolatot a környezettel, s azt jobban kihasználhatja. Az algák testanyagaikat 1—2 nap alatt megkészszereshetik, gyakran osztódhatnak, s szervesanyagtermelésük naponta többszörösen meghaladhatja a magasabbrendű növények napi hozamát. Megfelelő táplálék, oxigén

és fény adagolásával pl. a *Scenedesmus* és a *Chlorella* jól kultiválhatók, de erre számos más alga is felhasználható. Mindez lehetővé teszi, hogy a jövőben a növényi biomassza termelését majd a gyáripár szintjére emeljék.

2. Űrhajózás és algatermesztés

Bár a hosszabb idejű űrhajózás ma még csak regénytéma, a bolygókra való utazás a jövőben valószínűleg megvalósul. Azonban a legrövidebb ilyen utazás is éveket vesz igénybe. *Bolygónk élőlényei az anyagmozgás legtörékenyebb struktúrái, s ezek életfeltételeit bolygónk ökoszférája nyújtja. Az életfeltételek változatosak, s a legalapvetőbbek a légzést és a táplálkozást biztosítják. Az évekig tartó űrhajózás körülményei között az űrhajósok légzését és táplálását csak olyan körfolyamat biztosíthatja, amely nemcsak táplálékot termel, hanem a bomlástermékeket, salakanyagokat is újrahasznosítja, reutilizálja.* Ökoszféránkban, bolygónk felületén e körfolyamat a zöld növények létrejöttével megvalósult. Az űrhajó viszonylag szűk terében e ciklus „döntő láncszemeként” valószínűleg majd az algák szerepelnek. Láttuk, hogy az algák a fényt a magasabbrendű növényeknél jóval nagyobb hatásokkal hasznosítják, s táplálékfelvételük és a tápanyagok asszimilálása is gyorsabb. Alapvetően fontos tápláló tényező a víz, amely nemcsak oldószer, illetve szállító közeg, hanem a szén-dioxidot redukáló hidrogén és a fotoszintetikus oxigénprodukción is a víz fotolízise révén származik. Az űrhajózás érdekében történő algatermesztésről egyébként a *La Nature* nyomán egy rövid tájékoztatás [31] hazánkban is napvilágot látott. Kiemeli a légköri ionoknak az auxinok képzésére gyakorolt hatását.

3. A sarkvidéki területek algatömegprodukciónak kérdése

A fokozott légköri ionizáció és a nitrogén-oxidok keletkezése alapján magyarázhatónak tartom a sarki területek nagy algaprodukciónak is. Tudomásom szerint e kérdéssel tudományos műben először DARWIN szólt. A világméretű utazásáról szóló könyvében [4] erről így ír: „Fölemlíthetem SCORESBY megjegyzését, mely szerint a sarki tengerek bizonyos részein állandóan található zöld víz, amely roppant gazdag tengerszíni állatokban”. Ezek létrejöttéről ugyanitt a következőket veti fel: „... föl kell tennünk, hogy a szerves testek bizonyos kedvező helyeken jönnek létre és azután a víz vagy a szél elsodorja őket. Viszont megvallom, hogy nehéz elképzelni olyan helyet, mely a millió és millió állat és moszat születési helyéül szolgáljon: mert hogyan kerülnek a csírák ilyen helyekre?” DARWIN is látott színes tengervizet.

Az Antarktiszi Mirnij nevű kutatóközpontjában BUJNICKIJ, a neves sarkkutató éveken át végzett különféle vizsgálatokat. Erről egy rövid ismertetés így számol be [39]: „... a jeget valósággal felfalják azoknak a parányi, egysejtű tengeri növényeknek a miriádjai, amelyeknek több mint száz faja él és fejlődik a jégen és a jég alatt — túlélve a legnagyobb hideget is”. Még hozzáfűzi: „... a jég olvadása révén olyan tápláló leves keletkezik, amellyel az élet számos egyszerű formája táplálkozhat”.

A sarkvidéki területek gazdag élővilágáról hazánkban BALOGH [1] is megemlékezik: „Egy biológus a tenger planktonját híg húslevesnek nevezte el. A név nagyon találó, és az előbbi tudományos magyarázat tanulságaként még azt is hozzátehetjük, hogy ez a húsleves a hűvös tengerekben a legsűrűbb. A Humboldt-áramlat talán már évmilliók óta hordja fel a planktont Dél-Amerika partjai mentén”.

A sarkvidéki területek algái krioofil szervezetek, amelyek a fotoperiodikus viszonyokhoz alkalmazkodtak, s hasznosíthatják az atmoszféra nitrogén-oxidjait és jelentősnek látszó aeroionizációs viszonyait is. Az űrkutatások révén vált ismeretessé a bolygónk körüli nagyenergiájú övezet, a van Allen-öv vagy Vernov-gyűrűk rendszere, amelyet a Nap felől érkező szoláris plazma részecskéi, a protonok és elektronok alkotják. Az övezet legfőbb sajátosságait az 1960-as évek elejére szovjet és amerikai kutatók tisztázták. Eszerint térbelileg elkülönülten két protonövezet és két elektronövezet létezik. A nagy energiájú protonok maximális intenzitása másfél, a kis energiájú protonoké pedig kb. három földszögnyi távolságban észlelhető. A nagy energiájú kötött elektronok övezete a kis energiájú protonok övezete környékén helyezkedik el, a kis energiájú elektronok pedig az egész sugárzási övezetet kitöltik [38]. A pólusok felett a sugárzási övezet gyakorlatilag hiányzik [32], s ezzel függhet össze a sarkvidéki területek aeroionizációja. Ugyanis a szoláris plazma részecskéi itt leginkább behatolhatnak légkörünkbe. Bizonyítja ezt a naptevékenységgel és a földmágneses háborgásokkal összefüggő sarki fény, amely légkörünk 80—300 km-es magasságaiban változatosan jelentkezik.

A sarki térségek aeroionizációjának kutatása távlati jelentőségű. Ha ugyanis a poláris térségek valóban bolygóméretű aeroionizátorokként működnek, úgy az algákat itt majd nagyipar-jellegűen lehet termeszteni. A sarkvidékek termelésbe állítása a biomassa fokozottabb termelését is szolgálja.

VI. Rövid utószó

Többször megfigyeltem már, hogy a zivataros időjárás termesztett növényeinkre olykor feltűnően kedvező hatása. A *Helianthus annuus* pl. 1984-ben az aszály ellenére is hirtelen nagyra növekedett, s a *Lycopersicum esculentum*, az *Armeniaca vulgaris* (= *Prunus armeniaca*) és a *Prunus domestica* termései is néhol szokatlanul nagyok voltak. Valószínű, hogy ebben a villámlásos, zivataros időjárás levegőt ionizáló hatása is szerepelt.

Érdekes volt-e az előbbi néhány oldalon összefoglalt és korábban több tucat közleményben leírt nagyon szerteágazó munkára több mint öt évtizedet fordítani? Erre csak a jövő adhat majd reális választ; a megismerés szálainak rendszerbe szövődéséhez idő szükséges. Ha Pusztaföldvár északi határában 1930. aug. 3-án kora reggel nem hallottam volna édesapámtól azt a kis néphagyományt, hogy „... zöldül a víz, eső lesz”, akkor bizonyosan kutatómunkám is más irányban fejlődött volna.

A meteorológiával történt integrálás, a légköri hatótényező szivós keresése növényélettani kettős eredményt hozott: ráirányítja a figyelmet a légkörben képződő nitrogén-oxidok lehetséges bemosódására és főként a légköri ionok élettani szerepére. Napjainkban már kezd kirajzolódni, hogy a légköri ionizáció pozitív vagy negatív jellege az élő világban az enzimek működését ellentétesen befolyásolja. A pozitív légköri ionok főként a redukciós, a negatív légköri ionok pedig az oxidációs folyamatokat juttatják előtérbe. Még 1953-ban [15] megállapítottam, hogy „... a fronttényező hatása az élő világra nagyon eltérő, sok esetben ellentétes lehet. Például a prefrontális időjárás az emberre és a magasabbrendű állatokra nem kedvező, sőt sok esetben veszélyes, a növényi mikroszervezetek vitalitását viszont ugrásszerűen emeli”. Ugyancsak felismertem azt is [15], hogy „... az időjárás prefrontális helyzetei a biokatalizátor anyagok aktiválásában is szerepet játszhatnak”. Megemlítem még

1955-ből, hogy „.... a prefrontális jellegű helyzetek kialakulása idején az anaerob és redukciós folyamatok kerülnek előtérbe és a biológiai oxidációs folyamatok háttérbe szorulnak, mintegy visszanyomódnak” [16]. Ma pedig a kérdések özöne keresheti a választ: befolyásolják-e légköri ionok az enzimek erőtermintáinak kialakulását, illetve az enzimek pH-optimumait? Az izoenzimre egyformán hatnak-e a légköri ionok? Befolyásolja-e az aeroionizáció az *adenozin-trifoszfátáz* (ATP-áz) működését? Milyen mértékben függ a mitokondrium és a kloroplasztisz működése a légköri ionizáció változásaitól?

Az aeroionok enzimekre gyakorolt hatása részleteiben még alig ismert, így ennek feltárásától a fiziológiai és ökológiai tudományok még sokat nyerhetnek. *Már ma is célszerű arra gondolni, hogy az enzimek működésére a külső körülmények közül nemcsak a hőmérséklet és a pH-érték gyakorol nagy hatást, hanem az aeroionizáció jellege és mértéke is igen jelentős szerepű lehet.*

Eredményeim nemzetközileg is újak voltak, így ellenvetésekkel is találkoztak. Ezekre köszönettel gondolok, mert a körültekintő munkára tovább ösztönöztek. A lényeges ellenvetések a következő három főirányból érkeztek:

1. Időváltozást „jósoló” vízszíneződés néprajzi gyűjtésekből ismeretlen. Erre válaszul idézhettem a Veszprém megyei Kerta községből SÜLE által [36] 1949-ben közölt népi regulát: „Harmadnapra megjön az eső, ha a Holdnak udvara látszik, felhőben nyugszik le a Nap, ha a pocsolya, állóvíz színe zöld”.

2. Az algák tömegtermelési miért nem jeleznek minden időváltozást? Erre csak azt lehetett válaszolni, hogy az algák nem tetszés szerint kezelhető műszerek, bennük fejlődési és szaporodási folyamatok zajlanak, az egyedi fejlődés pedig csak egyszer végbemenő folyamat, így a tömegtermelés csakis egyetlen konkrét légköri állapot jelzésére alkalmas.

3. Közölt eredményeim újak, de még megerősítésre szorulnak. Ez volt a legkomolyabb ellenvetés. Válaszul olyan közleményeket kerestem, amelyekben a szerzők az általuk megfigyelt tömegtermelési kezdeti időpontját is határozottan közölték. Ilyen pontos közléseket tettek: SEBESTYÉN [35], SZABADOS [37], KOL [28], GELEI [6] és PALIK [33]. Ezeket az akkori Magyar Meteorológiai Intézet Központi Előrejelző Osztályán AUJESZKY LÁSZLÓ és OZORAI ZOLTÁN kiváló magyar meteorológus kutatókkal kielemeztük, ezek eredményét közöltem is [15—20, 22], s ezek teljes mértékben igazolták felfogásom és állításaim realitását.

IRODALOM

- [1] BALOGH, J.: Bioszféra-expedíció. — Minerva Budapest, 1980.
- [2] CSIZSEVSKIJ, A. L.: L' influence de l' inspiration d' air ionisé négativement au positivement sur le pH du sang. — J. Phys. et Path. générale 35, p. 364—367, 1937.
- [3] CSIZSEVSKIJ, A. L.: L' aeroionisation en médecine. Problèmes de l' ionification III. Voronyezs, 1954.
- [4] DARWIN, CH.: Egy természettudós utazásai. Fordítás angolból. (Eredeti címe: Darwin's Journal of a Voyage Round the World. — Művelt Nép Könyvkiadó Budapest, 1951.
- [5] FOTT, B.: Zajimay pripad neustonu a jeho vyznam pro produkci biologii rybníka. — Preslia 26, p. 95—104, 1954.
- [6] GELEI, J., SZABADOS, M.: Tömegtermelés városi esővízpocsolyában. — Annal. Biol. Univ. Szegediensis 1, p. 249—254, 1950.
- [7] GORJUNOVA, SZ. V., OSZNICKAJA, L. K.: O szosztojanii algologiceszkoj nauki v Vengerszkoj Narodnoj Reszpublike. — Akademiya Nauk Szozuza Sz. Sz. R. Mikrobiologija, Tom. XXIX, 6. p. 938—939, 1960.
- [8] HUBER-PESTALOZZI, G.: Volvocales. — Die Binnengewässer Bd. XVI., T. 5, 1961.

- [9] KESTNER, O.: Sirocco Studien in Neapel. — *Strahlentherapie* 39, 391, 1931.
- [10] KESTNER, O., JOHNSON, C. E., LAUBMANN, V.: Über eine physiologische Einwirkung des Föhns. — *Strahlentherapie* 41, 171, 1931.
- [11] KISS, I.: Bioklimatológiai megfigyelések az Eudorina elegans vízvirágzásában. Bioklimatológische Beobachtungen bei der Wasserblüte von Eudorina elegans. — *Acta Botanica (Szeged)* p. 81—94, 1942.
- [12] KISS, I.: Meteorobiológiai vizsgálatok a mikroszervezetek víz- és hóvirágzásában. Meteorobiological investigations of the water- and snow bloom of Microorganisms. — *Magyar Tudományos Akadémia Biológiai és Agrártudományi Osztályának Közleményei* 2, p. 53—100, 1951.
- [13] KISS, I.: Meteorobiologisches und zoologische Untersuchung der Wasser- und Schneeblüte der Mikroorganismen. — *Acta Biologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 3, p. 159—220, 1952.
- [14] KISS, I.: Néhány növényi mikroszervezet, baktérium és klorobaktérium tömegtermelésének meteorobiológiai elemzése. Die meteorobiologische Analyse der Massenproduktion einiger vegetabilischen Mikroorganismen, Bakterien und Chlorobakterien. — *Annal. Biologicae Universitatis Hungaricae* 1, p. 387—396, 1952.
- [15] KISS, I.: A növényi mikroszervezetek időérzékenysége. Météoropathie des Microorganismes végétales. — *Időjárás* 57, p. 137—144, 1953.
- [16] KISS, I.: Az aerob és anaerob légzés vizsgálatának szerepe az időérzékenység kutatásában. Rolle der Untersuchung der aeroben und anaeroben Atmung in der Erforschung der Meteoropathie. — *Időjárás* 59, p. 218—223, 1955.
- [17] KISS, I.: Időérzékenységi jelenségek ellenőrző vizsgálata a növényi mikroszervezetek életében. Überprüfungs-Untersuchungen der meteoropathischen Erscheinungen im Leben pflanzlicher Mikroorganismen. — *Időjárás* 61, p. 75—80, 1957.
- [18] KISS, I.: A Balatonból 1934-ben leírt vízvirágzás meteorobiológiai elemzése. Meteorobiological analysis of algalbloom Lake Balaton. *Annal. Inst. Biol. (Tihany) Hung. Acad. Scientiarum* 24, p. 93—101, 1957.
- [19] KISS, I.: A növényi mikroszervezetek „időérzékenységének” újabb ellenőrző vizsgálata. New-critical survey on the weather-sensitiveness of vegetal microorganisms. — *Időjárás* 61, p. 425—429, 1957.
- [20] KISS, I.: A Tihanyi Biológiai Kutatóintézet parkjában 1933-ban észlelt Euglena-vízvirágzás meteorobiológiai elemzése. Meteorobiologische Analyse der im Park des Biologischen Forschungsinstitutes (Tihany) in Jahre 1933 beobachteten Euglena-Wasserblüte. — *Annal. Instit. Biol. (Tihany) Hungaricae Academiae Scientiarum* 25, p. 251—255, 1958.
- [21] KISS, I.: A növényi mikroszervezetek vízvirágzásos tömegtermelésének összefoglaló vizsgálata. Zusammenfassende Untersuchung der Wasserblüte hervorruhenden Massenproduktion pflanzlicher Mikroorganismen. — *Acta Acad. Paed. Szegediensis* 2, p. 23—56, 1958.
- [22] KISS, I.: Eine nachträgliche synoptisch-meteorobiologische Untersuchung der Gametenbildung und geschlechtlichen Vermehrung von Eudorina illinoisensis. — *Botanikai Közlemények* 48, p. 224—227, 1960.
- [23] KISS, I.: A nitrogén asszimilációja. In: *Növénytan (Főiskolai tankönyv, Handbuch für Hochschule)* p. 297—304, szerk. Hortobágyi T., Tankönyvkiadó Budapest, 1962.
- [24] KISS, I.: Volvocales- és Euglena-félék tömegtermelésének halmazos megjelenése síkvidéki föhn és szirokkó-helyzet időszakában a Duna—Tisza-közén. Angehäufte Erscheinung der Massenproduktionen der Volvocales- und Euglena-Arten zwischen der Duna und der Tisza in einer Periode des Freien-Föhns und der Schirokko-Lage. — *A Szegedi Tanárképző Főiskola Tudományos Közleményei* 2, p. 3—23, 1964.
- [25] KISS, I.: Die Rolle der meteorologischen Verhältnisse in der Entstehung der Wasserblüten-Massenproduktionen der Algen. — *Trudi Konferencii po izotschenin vodoroslej Vengrija*, p. 289—310, 1969.
- [26] KISS, I.: Az ionizációs környezet élettani szerepe. In: *Növényismeret és növényélettan (Egyetemi és Tanárképző Főiskolai tankönyv, Handbuch für Universität und Hochschule)*, p. 725—727. Szerk.: Haraszty Á., Tankönyvkiadó Budapest, 1979.
- [27] KISS, I.: Szikes algatömegtermelési formák az „időérzékenység” rejtélyének újabb megközelítése felé. Von Natron-Wasser Algenmassenproduktionen zur neuer Näherung des Rätsels der „Wetterempfindlichkeit“. — *Acta Academiae Paedagogicae Szegediensis* 2, p. 31—46, 1979.
- [28] KOL, E.: A vácrátóti park zöldszínű jegéről. The green coloration of ice and snow in the Park Vácrátót. — *Borbásia* 9, p. 1—2, 1949.
- [29] KOL, E.: Kryobiologie. Biologie und Limnologie des Schnees und Eises. I. Kryovegetation. — *Die Binnengewässer* 24, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung Stuttgart, 1968.
- [30] KRUEGER, A. P., REED, E. J.: Impact of Small Air Ions. — *Science*, 193, p. 1209—1213, 1976.
- [31] LA NATURE NYOMÁN: Ionizált levegőben jobb a termés. Élet és Tudomány 18, p. 1342, 1963.
- [32] NAGY, E.: Az úrkutatás eredményei. — *Gondolat Kiadó Budapest*, 1964.

- [33] PALIK, P.: Neuere Beiträge zur Entwicklung der *Eudorina illinoisensis* (Kofoid) Pascher. — Botanikai Közlemények 46, p. 69—81, 1955.
- [34] PÉCZELY, GY.: Éghajlattan. — Tankönyvkiadó Budapest, 1979.
- [35] SEBESTYÉN, O.: Vizvirágzás a Balatonon? "Water-Bloom" in Lake Balaton? — A Magyar Biol. Kut. Intézet Munkái 7, p. 205—208, 1934.
- [36] SÜLE, S.: Kerta község éghajlata, időjárása. — Időjárás 53, p. 313—319, 1949.
- [37] SZABADOS, M.: Euglena vizsgálatok. Euglena Untersuchungen. — Acta Biologica (Szeged) p. 49—95. 4/1, 1936.
- [38] ŰRHAJÓZÁSI LEXIKON. — Akadémiai Kiadó, Zrínyi Katonai Kiadó, 1984.
- [39] VÁRHELYI, T.: Jégevő parányok. — Delta 6, p. 7, Budapest, 1975.
- [40] VASZILJEV, L. L.: The physiological mechanism of aeroions. — Amer. J. Phys. Med. 39, 1960.

DIE ROLLE DER ATMOSPHÄRISCHEN IONISATION IN DER ENTSTEHUNG VON ALGENMASSENPRODUKTIONEN

ISTVÁN KISS

Im I. Teil der Arbeit verweise ich darauf, dass die Algenmassenproduktionen im Anschluss an zyklonal-depressive Witterungssituationen zur Entstehung gelangen und sozusagen die Veränderung des Wetters im voraus anzeigen, insbesondere, wenn ein Regen im Anzug ist. Dies beobachtete ich erstmalig im Sommer 1930 und habe dieses Faktum dann dem Begriffskreis der Meteoropathie, d.h. der Wetterfähigkeit zugeordnet. Meine neueren Untersuchungen haben Interesse ausgelöst und diesbezüglich gebe ich auch Publikationsdaten bekannt.

Im II. Teil der Arbeit suche ich nach dem atmosphärischen Wirkfaktor, erörtere Luftmassen, Fronten, Frontwirkungen sowie die wichtigeren Züge des Föhns, des freien Föhns und des Schirokko. Ein wichtiger Zug des Föhns und des freien Föhns ist, dass in seiner Luft die positiven Aeroionen im Übergewicht sind. Im Laufe der über 50 Jahre habe ich über tausend Massenproduktionen gefunden und bei mehr als 200 von ihnen konnten auch die meteorologischen Umstände analysiert werden. In der präfrontalen Periode vor dem Durchzug von Warmefronten traten 146, bei freiem Föhn 31, während eines Schirokko 20, vor kalten Fronten 15. z.Z. von tropischen Luftmassen 8 und beim Überschlagen einer kalten Front in eine warme eine Massenproduktion. Besonders zahlreich traten die Massenproduktionen bei absteigenden Luftmassen in Erscheinung. Ich habe auch Versuche angestellt. Dosierung von Dinitrogen-oxid (N_2O) Nährlösung begünstigte die Vermehrung Nitrogen-oxide (N_2O , NO) bilden sich bei Blitzentladungen auch in der Atmosphäre und können — in die Gewässer gespült — als Nahrung fungieren. Das Wort „*pluvialis*“ bedeutet im Lateinischen soviel wie „regnerisch“, „Regen bringend“, „nach Regen wachsend“. Vielleicht haben auch die Auctoren des *Haematococcus pluvialis* beobachtet, dass diese Algen massenhaft bei regnerischem Wetter erscheinen. Auch meine Aeroionisations-Versuche zeigten eine günstige Wirkung. Im Falle eines Übergewichtes der negativen Aeroionen zeigten *Euglena* und *Chlamydomonas* lebhaftere Bewegungen.

Im III. Teil führe ich unter den Punkten 1—5 eine Häufung von Massenproduktionen mit meteorologischer Analyse vor.

1: Das massenhafte Erscheinen der *Euglena polymorpha* begann zur Zeit der einer Warmefront vorausgehenden präfrontalen Schirokko-Periode und die Sauerstoffproduktion der Photosynthese „blies“ die Bioeston-Masse „schaumig“ auf.

2: In dem Fischteich bei Lnára in der Tschechoslowakei und im Bereich von Szeged traten zu ungefähr gleicher Zeit Massenproduktionen auf. Damals kam es in diesem etwa 600 km weiten Raum zu einem freien Föhn und zum Einströmen subtropischer Luftmassen.

3: In den Laboratoriums- und Sammelstellen- *Spirogyra fluviatilis*-Kulturen gestaltete die Sauerstoffproduktion der zunehmenden Photosynthese die Fadengeflechte schaumig. Ähnlich verhielt es sich auch im Falle der *Cladophora fracta*. Diese Steigerung der Photosynthese entfiel in die Zeit einer Flächenföhn- und Schirokko-Situation.

4: Eine über einen Monat anhaltende gewitterige Periode mit vielen Algenmassenproduktionen: im Donau—Theiss-Zwischestromland fand ich 208 und etwas später im Gebiet der Hajdúság und der Nyírség 98 Massenproduktionen vor.

5: Regnerisch-gewitterschwerer Mai 1984: im Alpári-Becken fanden wir insgesamt 80 Massenproduktionen; im Laufe der vorangegangenen 8 Jahre waren es weitaus weniger.

Der IV. Teil der Arbeit bringt eine Würdigung der Rolle der Aeroionisation. Szokolov hatte auf die heilende Wirkung der negativen Aeroionen hingewiesen; Vasziljev stellte fest, dass die atmosphärischen Ionen auf dem Wege über die Lungen wirken und Csizsevski wies nach, dass Inhalation der positiven Aeroionen eine Herabsetzung des pH im Blut, Azidose und Verschwinden der Alkalireserve bewirkt. Die Aeroionisation ist von grossem Einfluss auf die Funktionen der Enzyme. Krueger und Mitarbeiter wiesen nach, dass ein Übergewicht der negativen Aeroionen die Effektivität der Monoaminoxidase (MAO) stimuliert und ein Übergewicht der positiven Aeroionen sie hemmt. Es war bekannt, dass das MAO-Enzym das Serotonin, (5-Hydroxy-Tryptamin), eine hochwirksame biogene Aminverbindung, zersetzt, in Hydroxy-Indolessigsäure umwandelt, d.h. die eine Variante des pflanzlichen Hormones Auxin entsteht. Der Umstand, dass aus dem 5-Hydroxy-tryptamin auf die Wirkung einer negativen Aeroionisation Auxin, bzw. dessen wirksames Derivat entstehen kann, erklärt wohlweislich den Zusammenhang zwischen den Massenproduktionen der Algen und den zyklonal-depressiven Witterungssituationen, insbesondere des gewitterträchtigen Wetters.

Solche sind die im III. Teil unter Punkt 4 und 5 erwähnten Massenproduktionserscheinungen. In dieser auffallend stürmisch-gewitterigen Phase haben die mit den Blitzen entstehenden Stickstoffoxyde sowie das auf die negative Ionisation aus Serotonin gebildete Auxin neben den edaphischen Faktoren wesentlich zur Entstehung der Massenproduktionen beigetragen. Es ist erwiesen, dass die negative Aeroionisation von günstigem Einfluss auf die biologische Oxydation ist. Mehrererseits ist auch darauf hingewiesen worden, dass die Wirkung der negativen und positiven Aeroionen eine entgegengesetzte ist, d.h. die positive Ionisation der Atmosphäre die Reduktionsprozesse begünstigt. Auch die Photosynthese ist ein Reduktionsprozess, in dem das aufgenommene Kohlendioxyd zu einer organischen Verbindung reduziert wird. Auch meine Erfahrungen beweisen, dass der an positiven Aeroionen reiche atmosphärische Zustand die Photosynthese günstig beeinflusst. In der Luft des freien Föhns sind die positiven Aeroionen im Überschuss. Eine solche freie föhn-artige Witterung herrschte damals, als die im III. Teil unter Punkt 2 und 3 erörterten Massenproduktionen zur Entstehung gelangten. Für die Algen und die grünen Pflanzen im allgemeinen ist also die positive und die negative Aeroionisation gleichermaßen günstig. Vergleicht man den gleich grosse Wassermengen liefernden Regen mit der Berieselung, so dürfte der Regen der vorteilhaftere sein, da er nicht allein kommt, sondern zusammen mit Stickstoff-oxyden und mit einer Aeroionisation erheblichen Ausmasses. Beide potenzieren weitgehend die segensreiche Wirkung des Niederschlages.

Im V. Teil ist davon die Rede, dass aufgrund der Kenntnis der Massenproduktionen die Algen auch gezüchtet werden können. Perspektivisch gesehen können drei Hauptformen derselben nutzbringend sein:

1. Grossindustrielle Produktion organischer Substanzen mittels Algenzüchtung, 2. Algenzüchtung im Interesse der Weltraumschiffahrt bzw. Astronautik und 3. Nutzung (Nutzbarmachung) von Polargegenden mittels Algenmassenproduktionen. Die grossen Algenmassenproduktionen der Polargegenden lassen auf eine gesteigerte Aeroionisation dortselbst schliessen. Die Teilchen des solaren Plasmas können in den Polarbereichen leichter in unsere Atmosphäre gelangen.

Im VI. Teil erwähne ich als Nachwort, dass infolge des gewitterreichen Klimas im Jahre 1984 die Früchte mancher Obstsorten relativ gross waren. Ich erinnere mich daran, dass den Anlass zu meinen Untersuchungen eine alte Volksüberlieferung bot, die ich im Sommer 1930 von meinem Vater hörte, wie folgt: „Das Wasser grünt, es wird Regen geben“. Ich suchte auch nach Mitteilungen, in denen die Autoren auch den Beginn der Massenproduktionen genau angaben. Die meteorologische Analyse derselben hat meine Auffassung und die Realität meiner Ergebnisse bestätigt.

РОЛЬ АТМОСФЕРНОЙ ИОНИЗАЦИИ В ФОРМИРОВАНИИ МАССОВОЙ ПРОДУКЦИИ АЛЬГОВ

ИШТВАН КИШ

В первой части работы мы покажем, каким образом массовые продукции альгов связаны с циклонно-депрессивным состоянием погодных суловий, которые предвещают изменения погоды; главным образом — погоды к дождю. Это явление впервые мы наблюдали летом 1930 года, которое затем мы отнесли к метеоропатии, т.е. к кругу понятий, включающих в себя способность ощущения изменений погоды. Наши исследования, проведенные в этом направлении, вызвали интерес и в связи с этим мы приводит и конкретные данные этих исследований.

Во второй части работы мы искали атмосферные действенные факторы. Здесь речь пойдет о воздушных массах, фронтах, влияний, вызванных фронтом; характеризуются главные черты фёна, свободного фёна, сирокко. Главной чертой фёна и свободного фёна является то, что в его воздухе в подавляющем большинстве присутствуют аэроионы. Более, чем за 50 лет мы нашли свыше 1000 массовых продукций, среди них более, чем у 200 можно было анализировать и их метеорологические условия. В префронтальной стадии перед прохождением теплого фронта выступило 146 массовых продукций, во время фёна — 31, во время сирокко — 20, перед прохождением холодного фронта — 15, во время субтропических воздушных масс — 8, в период перехода от холодного фронта к тепловому — 1 массовая продукция. Особенно проявляются в большом количестве массовые продукции во время понижающихся воздушных масс. Мы провели также и эксперименты. Дозировка питательного раствора закиси азота (N_2O) способствовала их накоплению (размножению). Двуокись азота (N_2O , N_2O) образуется во время вспышек молнии и в атмосфере; они, омываясь, могут фигурировать в качестве питания. Слово «pluvialis», в латинском языке означает «приносящий дождь», «к дождю» «растущий после дождя». Возможно, и аутохоры *Haematococcus pluvialis* замечали, что эта альга появляется в массовом количестве в дождливую погоду. Наши аэроионизационные эксперименты также показали благоприятное влияние. В случае преобладания негативных аэроионов более подвижны *Euglena* и *Chlamydomonas*.

В третьей части работы, проводя счет от 1 до 5, с помощью метеорологического анализа, мы показали накопление массовых продукций. 1) Массовое появление *Euglena polymorpha* началось в период префронтального сирокко, перед наступлением теплого фронта и его фотосинтезная кислородная продукция «превратила в пену» массу биосистема. 2) В рыбном пруду около Лнары, находящейся в Чехословакии, и окрестностях Сегеда массовые продукции возникли примерно в одно и то же время. В этот период приблизительно на территории в 600 км возник свободный фён и субтропические воздушные массы. 3) В местах разведения и лабораторных условиях *Spirogyra fluvialis* усиливающаяся фотосинтезная кислородная продукция сформировала в пену нитевые переплетения. Аналогичное явление наблюдалось и в случае *Cladophora frata*. Это усиление фотосинтеза пришлось на период состояния фёна и сирокко в равнинных областях. 4) Грозовая погода, продолжавшаяся более месяца, сопровождалась значительной массовой продукцией альгов: на территории Междуречья рек Дуная и Тиссы мы нашли 208 массовых продукций; на территории областей Хайду и Сабольч — несколько меньше, т. е. 98. 5) В 1984 году май месяц был дождливым и грозовым: в Альпарском бассейне мы нашли всего 80 массовых продукций. За предыдущие 8 лет мы нашли их в намного меньшем количестве.

В четвертой части работы мы рассматриваем роль аэроионизации. Соколов указал на лечебную роль негативных аэроионов. Васильев установил, что воздушные ионы воздействуют через легкие; Чижевский показал, что вдыхание положительных аэроионов вызывает снижение величины pH крови, ацидоз и исчезновение запасов алкали. Аэроионизация в большой степени влияет на функцию фрементов. Крузгер со своими сотрудниками показал, что преобладание негативных аэроионов усиливает влияние фермента моноамин-оксидазы (MAO), а преобладание позитивных аэроионов тормозит это влияние. Было известно, что серотонин высокоэффективное соединение биоген-амина разлагает (5-гидроксил-триптамин). фермент MAO, преобразует его в гидроксил-индол-уксусную кислоту, то есть возникает одна из разовидностей ауксинного растительного гормона. Тот факт, что из 5-гидроксил-триптамина под влиянием негативной аэроионизации может возникнуть ауксин и его действенный дериват (производное), хорошо объясняет циклонно-депрессивное состояние погоды, в особенности — взаимосвязи, существующие во время грозовой погоды. Таковы явления массовой продукции под №№ 4, 5, описанные в III-й части нашей работы. Они значительно способствовали формированию массовой продукции — особенно наглядно в грозовые периоды, благодаря возникающим во время вспышек молнии азотный окисел, а также наряду с ауксинным и эдафикным факторами, образующихся из серотина под негативным влиянием ионизации. Было доказано, что негативная ионизация оказывает благоприятное влияние на биологическую оксидацию. Многими исследователями также было указано, что влияние негативных и позитивных аэроионов имеет противоречивый характер, то есть позитивная ионизация атмосферы благоприятствует редуктивным процессам. Фотосинтез также является редуктивным процессом, в котором принятая двуокись углерода редуцируется в органическое соединение. Наш опыт подтверждает, что атмосферное состояние, насыщенное негативными аэроионами, оказывает благоприятное влияние на фотосинтез. В воздухе свободного фёна преобладают позитивные аэроионы. Такая погода с характером свободного фёна преобладала в то время, когда сформировалась массовая продукция под №№ 3, 4, описанная в III-й части нашей работы. Иными словами, положительная и отрицательная ионизация в одинаковой мере благоприятно воздействует на альги, и, вообще, на зеленые растения. Если сравним количество дождевых осадков и степень орошения (по количеству воды), то, возможно, дождь даст

преимущество, так как он выпадает не сам по себе, но и приносит окислы азота и значительную аэроионизацию. Оба фактора в большой мере усиливают эффект выпавших осадков.

В пятой части нашей работы мы касаемся вопроса о том, что на основе знаний, полученных относительно массовой продукции, можно выращивать и альги. В перспективе могут принести пользу три главные ее формы: 1) производство органических веществ в промышленных масштабах с выращиванием альгов, 2) выращивание альгов в космическом пространстве-исследовании, 3) использование полярных областей с помощью массовой продукции альгов. Высокая массовая продукция альгов в полярных условиях предполагается усиленной аэроионизацией в этих областях. Частицы солярной плазмы там легче могут проникнуть в земную атмосферу.

В шестой части в качестве заключения мы указываем на тот факт, что в 1984 году вследствие грозовой погоды урожай некоторых сортов фруктов был довольно высоким. Напомним, что нашей исследовательской работе дала толчок древняя народная традиция, которую я услышал от своего отца летом 1930 года: «Зеленеет вода, погода к дождю». Мы искали и такие работы, в которых авторы точно определяли и начало массовой продукции. Их метеорологический анализ подтвердил реальность наших представлений и результатов.